Définitions

La cellule - unité biologique - est la plus petite quantité de matière vivante capable de subsister
à l'état autonome et de se reproduire.
a - subsister - dans un milieu approprié - implique la conservation d'un minimum de fonctions
cellulaires.
b - se reproduire, c'est donner naissance à un être semblable au précédent et former ainsi des
générations.

1°) Le cytoplasme

Dans un espace optiquement vide, le **hyaloplasme**, baignent des éléments figurés : organites et
éléments figurés inertes.
a) **- Les organites cellulaires**, visibles à l'échelle de la microscopie électronique,
peuvent être regroupés en trois grandes familles :
- Les organites membranaires, formés ou entourés de membranes biologiques telles que :
Le réticulum endoplasmique, formé de saccules ou de tubules membranaires inter communicants et
disposés en réseau (= réticule). On en distingue deux formes dans la cellule :
- le réticulum endoplasmique rugueux (RER) ensemble de saccules aplatis associés à des ribosomes

- le réticulum endoplasmique lisse (REL) ensemble de tubules membranaires ne portant pas de ribosomes.
L'appareil de Golgi, formé d'empilements de saccules membranaires aplatis et de vésicules, les
dictyosomes. L'ensemble des dictyosomes constitue l'appareil de Golgi.
Les lysosomes, sortes de vésicules membranaires contenant de nombreuses enzymes lytiques.
Les mitochondries, éléments de forme ovale ou longs et flexueux entourés d'une membrane externe
les séparant du cytoplasme et d'une membrane interne se repliant pour former des crêtes. L'intérieur
ou matrice contient des grains et un filament pelotonné.

Le noyau

Il constitue un compartiment à part entouré d'une limite, l'enveloppe nucléaire (E. N.) qui est
analogue à un saccule de réticulum plus ou moins sphérique et percé de pores. L'espace compris entre
les membranes communique avec l'espace réticulaire. La membrane externe peut parfois s'associer à
des ribosomes.
A l'intérieur, on observe :
- La chromatine, ensemble de filaments enchevêtrés plus ou moins dispersés ou compactés en mottes colorées au microscope optique.

la membrane plasmique

En périphérie de la cellule, une membrane biologique (la **membrane plasmique**) **est une enveloppe continue qui délimite la cellule** (dans le règne animal).

Elle sépare le milieu intracellulaire (tout ce qui compose et caractérise une cellule) du milieu extracellulaire (l'environnement de la cellule). Elle constitue donc la **frontière d'une cellule.** Elle joue un rôle dans les échanges avec le milieu extérieur, la cohésion, la mobilité cellulaire, la réception ou émission d'informations, etc...

L'analogie avec la frontière (notion bien connue) est judicieuse aussi bien d'un point de vue identitaire, structural que fonctionnel (ce qui devrait vous éviter des « trous de mémoire » inopportuns).

Elle isole et donc identifie une entité, la cellule.

C'est une frontière étanche, évitant les « trafics clandestins ».

Tout le trafic avec le milieu environnant est contrôlé par des « douaniers protéiques ».

Les alliances, tout comme les conflits, entre cellules voisines sont des liens spécifiques, ou des conduites agressives, transfrontaliers (ou transmembranaires).

Les communications avec le milieu environnant passent obligatoirement à travers la frontière, soit directement (hormones lipidiques) soit via un relais membranaire (récepteur pour les molécules non lipidiques)

LES ORGANITES MEMBRANAIRES

A – LES ORGANITES DU COMPARTIMENT ENDOMEMBRANAIRE

Le compartiment endomembranaire est composé d'un ensemble d'organites reliés par des flux de vésicules.

Réseau tridimensionnel de compartiments membranaires sillonnant tout le cytoplasme, composé de tubules et de saccules aplatis, délimitant des espaces inter communicants. Ces éléments peuvent générer ou recevoir de nombreuses vésicules.

Fonction :

- Leiu de synthèse de toutes les protéines et glycoprotéines du compartiment endomembranaire : RE, Golgi, membrane plasmique, sécrétion et composants cellulaires de la voie d'endocytose.

L'appareil de Golgi est formé de plusieurs **dictyosomes**.

Chaque dictyosome est constitué par l'**empilement de** plusieurs (5 à 6) **saccules** ou citernes discoïdes **entourées de vésicules** Parfois les dictyosomes sont réunis par des tubules entre saccules de même niveau.

L'appareil de Golgi est toujours **proche du noyau**.

Deuxième élément du compartiment endomembranaire, l'appareil de Golgi est le **carrefour** du trafic vésiculaire caractérisant le compartiment endomembranaire.

Fonction : élément central du compartiment endomembranaire.

- **Maturation post-traductionnelle** des protéines : **glycosilation** (commencée dès le RE, mais essentiellement golgienne), sulfatation, …

- Formation des **sphingolipides membranaires** à partir de précurseurs cytosoliques et

insertion directe dans le feuillet E
- **routage** : tri sélectif des différents composés qui seront empaquetés dans des vésicules différentes en partance pour les divers organites en relation avec le Golgi (compartiment endomembranaire).
- **carrefour des flux membranaires** : conséquence directe de sa position centrale
Les lysosomes sont l'une des issues du compartiment endomembranaire, avec la membrane plasmique. Ils constituent **« l'estomac » de la cellule**, digérant aussi bien des produits extracellulaires (endocytose ou phagocytose), qu'intracellulaires (autophagie, certaines protéines).

Les **vésicules trans golgiennes** apportant leur lot d'hydrolases acides et de protéines spécifiques (aussi appelées lysosomes primaires). Elles fusionnent avec les endosomes tardifs donnant les **lysosomes** (autrefois appelés secondaires), assurant la digestion. Les résidus non digestibles forment les **corps résiduels**

Mitochondrie
elles apparaissent sous la forme d'éléments ronds (coupe transversales) ovoïdes ou parfois très longs (cellules de l'intestin, des tubes rénaux).
Structure :
Elles sont enveloppées de deux membranes.
- une membrane externe
- une membrane interne : elle se replie pour former des lames (= crêtes). Elle est parsemée de particules pédonculées (**ATP synthétases**).
Par endroit, les 2 membranes s'accolent transitoirement pour favoriser le passage de grosses molécules du cytoplasme à la matrice.

membrane externe: enzymes et protéines diverses, de nombreuses porines, récepteurs.
membrane interne: membrane la plus riche en protéine, avec la membrane du RE, avec de nombreuses particules pédonculées (ATP synthétase) : 4000/µm². Elle comporte :
- **ATP Synthétase** : génère de l'ATP à partir d'ADP + Pi, en utilisant le gradient de H^+.
- 4 complexes de la
espace inter membranaire :
De composition proche de celle du cytosol (grâce aux porines), il renferme du **Cytochrome C** (élément de la chaîne respiratoire) et des précurseurs de protéase impliquées dans l'apoptose
ADN mitochondrial et mitoribosomes ressemblant à l'ADN bactérien et aux ribosomes bactériens.
Fonction
- **Production d'ATP** : « centrale énergétique cellulaire »
- **Apoptose** ou mort cellulaire programmée
- autres : métabolisme (synthèse des hormones stéroïdiennes, ..), stockage (Ca^{++}, Fe^{+++}, …)

LES PEROXYSOMES
Organites délimités par une membrane simple de tailles très variables (0,25 à 1,5 µm).
On en distingue deux catégories : les **microperoxysomes** chez l'Homme, et des peroxysomes plus gros chez d'autres espèces animales et les végétaux.
présents dans la plupart des cellules (excepté érythocytes), ilssont très nombreux dans les cellules hépatiques (plus de mille par cellule) ou dans les cellules rénales.

Ils ressemblent aux lysosomes primaires avec lesquels on peut les confondre, mais leur contenu enzymatique est très différent. Elle contient de nombreuses enzymes portent le nom générique d'**Oxydases** :
$RH_2 + O_2$ ---> $R + H_2O_2$ (peroxyde d'hydrogène, d'où le nom, peroxysome)
Cette réaction produit des radicaux oxygénés dont H_2O_2 qui sont toxiques (utilisé comme antiseptique !). H_2O_2 sera éliminé par une 2ème classe d'enzyme caractéristique des peroxysomes, les
Catalases (mises à profit en cytochimie) :
$R'H_2 + H_2O_2$ ---> $R' + 2\ H_20$
Ces réactions interviennent dans de nombreux métabolismes :

- Beta Oxydation des AG à longues chaînes, les AG courts sont rétrocédés à la mitochondrie
- Oxydation des acides aminés,
- Formation des sels biliaires (produit d'oxydation du cholestérol)

Fonction : catabolisme oxydatif

- **Catabolisme des AG à longue chaîne** : rôle majeur (d'un point de vue quantitatif !)
- Formation de **lipides spécifiques de la Myéline** (les plasmalogènes) : atteinte des peroxysomes entraîne des troubles neurologiques (entre autres)
- **Détoxification** par oxydation de nombreux composés. Cela explique leur abondance particulière dans le foie et le rein. Par exemple, dans le foie, ce sont eux qui oxydent une grande partie de l'alcool éthylique ingéré

LE CYTOSQUELETTE

C'est un ensemble de structures filamenteuses, microfilaments, micro tubules et filaments intermédiaires, de nature protéique. Ils interviennent dans le maintien de la forme de la cellule, de sa mobilité, et dans de multiples fonctions cellulaires. Ce sont tous des polymères.

a)Filaments intermédiaires (ou FI) :

- 8 protofilaments
- monomère = longue protéine fibreuse => liaisons latérales >> liaisons longitudinales

Les FI forment des polymères **très résistants mais peu dynamiques**. Ils constituent « le squelette cellulaire ».

b) Microtubules (ou MT) :

- 13 protofilaments
- monomère = protéine globulaire (tubuline) n'établissant que peu de liaisons latérales

Ils forment des polymères **peu résistants**, cassant facilement, mais **très dynamiques**.

c) Microfilaments d'actine (ou Actine F) :

- 2 protofilaments
- monomère = protéine globulaire, mais établissant des liaisons latérales plus importantes que les tubulines
des MT.

Les microfilaments forment des structures **très dynamiques**, relativement résistantes. **Regroupés** en réseaux ou en faisceaux, ils forment des **structures extrêmement résistantes**, comme les sarcomères (éléments contractiles).

Dans un polymère, les **monomères s'agencent de façon ordonnée**. Cela créée une **asymétrie** repérable à la surface du polymère. Elle est repérée par une extrémité dite + et -.
Actine et tubuline, les monomères des microfilaments et microtubules, sont des **nucléotidases** (fixent et hydrolysent des nucléotides triphosphates) :

- **ATP pour Actine**
- **GTP pour les tubulines**



L'hydrolyse des nucléotides triphosphates, peu efficace, est accélérée par la polymérisation. L'énergie libérée est partiellement stockée sous forme de **contraintes structurales** qui **déstabilisent le polymère**.

LES MICROFILAMENTS

ou microfilaments fins d'actine, actine F : diametre **5 nm**.

Ce sont des structures filamentaires très fines, de longueur variable, pouvant exister sous forme dispersée, ou s'assembler en faisceaux ou en réseaux, stables ou labiles.

Morphologie

Microscopie optique

Techniques classiques : invisibles (5 nm). Seuls les faisceaux très denses et épais sont visibles : cas des cellules musculaires striées ou lisses (la densité protéique donne une teinte éosinophile).

Techniques spéciales :

a). en fluorescence : des **anticorps anti-actine,** ou la **phalloïdine,** marqués par un **fluorochrome** révélent la présence d'actine dans presque toutes les cellules eucaryotes.

b). examen au microscope en lumière polarisée : utilisable pour les cellules musculaires.

Les microfilaments (peu résistants isolés) sont **organisés en réseaux ou en faisceaux lâches ou serrés** (permet de développer une résistance importante) Ils sont principalement localisés en périphérie de la cellule, sous la membrane plasmique, formant le **cytosquelette cortical**.

B. Organisation moléculaire.

Les microfilaments sont formés d'actine et de protéines associées.

b) Les protéines de fasciculation et de réticulation

Ces protéines disposent de ou agissent sous forme de dimères (filamine, actinine) ou tétramères (spectrine).

Faisceaux d'actine F : les protéines de fasciculation pontent entre eux les microfilaments disposés en faisceaux parallèles. Suivant la distance entre les ABD, elles formeront des faisceaux serrés ou lâches.

Faisceaux serrés : la distance entre 2 actines F ne permet pas le passage des myosines Ces faisceaux n'ont donc qu'un **rôle structural**.

Deux protéines à retenir sont utilisées (parmi d'autres) :

- **Fimbrine** : principalement retrouvée dans les **filopodes**, extension filaire de la membrane plasmique (*on les appelle aussi fimbriae !*).
- **Villine** : composant principal des microvillosités.

LES MICROTUBULES

Ce sont des cylindres épais : **25 nm de diametre**. Ils sont donc moins flexibles, cassants, très dynamiques (donc forte adaptabilité), mais résistants en compression (ils positionnent les organites dans la cellule).

Morphologie

1°) Microscopie optique

Techniques classiques : invisibles, seuls les faisceaux de microtubules sont visibles, mais mal colorables par les colorants topologiques : fuseau achromatique mitotique.

Techniques spéciales :

a) Imuno-fluorescence : les MT sont présents dans toutes les cellules. Dans une « cellule typique », ils sont globalement rayonnants à partir « d'un centre cellulaire » vers la périphérie. Ils sont très abondants dans certaines structures spécialisées :

- cils vibratiles et flagelles ; : axonème
- dendrites et axone des neurones.

b) Microscope en lumière polarisée : a permis une observation sur cellule vivante, lors de la mitose (actuellement on lui préfère les protéines GFP).

B Structure moléculaire

Les tubulines α et β sont les plus abondantes et s'associent pour former un **dimère** α β cytoplasmique **stable**. Il constitue le monomère de base dans la polymérisation des MT. Chacune fixe un **GTP au niveau de la face +**.
Le MT est un cylindre creux formé de 13 protofilaments. Chaque protofilament résulte de la polymérisation de dimères α β. Cet arrangement est responsable de la polarité structurale des MT :

- **Extrémité -** : composée de tubulines α
  Extrémité + : composées de tubulines β

2°) Les protéines associées aux MT : plusieurs catégories

a) **Protéine de stabilisatio**n : rôle majeur compte tenu de l'instabilité intrinsèque des MT. Elles se fixent sur les faces latérales des MT et ont aussi un rôle sur leur organisation structurale. Elles sont appelées **MAP** (Microtubule Associated Protein)

Les protéines de coiffe sont moins nombreuses que pour l'actine F. On peut citer la tubuline γ qui stabilise l'extrémité -, les **catastrophines** qui déstabilisent les extrémités +.
b) Protéines de liaison des MT : les **nexines** des axonèmes.
c) Moteurs de la tubuline : il existe 2 familles de moteurs, utilisant l'ATP comme source d'énergie : **(voir Fig. 5. 29).**
Kinésines : se déplacent **du – vers le +** (comme les myosines)
Dynéines : se déplacent du **+ vers le –**

Roles :

a) **durant la mitose** : autour des centrioles répliqués, dans le matériel péricentriolaire de
la centrosphère. Cette structure rayonnante constitue les **asters**.

b) **Dans les cils vibratiles,** les doublets de microtubules sont en rapports avec une structure très proche du centriole, **le blépharoplaste,** par l'intermédiaire d'une plaque basale.

c) **Avec la membrane plasmique**, par des protéines d'ancrage.

d) **Avec les vésicules**, grains de sécrétion, lysosomes etc... Ils interviennent dans le transport de ces vésicules : trafic vésiculaire.

III. FILAMENTS INTERMEDIAIRES

Ils doivent leur appellation à leur diamètre (10 nm de diametre) intermédiaires entre celui des microfilaments (5 nm) et des microtubules (25 nm). Ils forment une structure peu dynamique, mais souple et extrêmement résistante.

A Morphologie

1°) Microscopie optique

Techniques classiques : ils ne sont visibles que sous forme de gros faisceaux appelés **Fibrilles**

Techniques spéciales :
Immuno-fluorescence : présents dans le noyau ou le cytoplasme.
- Les FI **nucléaires** sont tous des **lamines**.

- La plupart des cellules n'expriment qu'**un type de FI cytoplasmique.**
Ceci est mis à profit pour typer les tumeurs ou les métastases, en anatomopathologie.
Les FI cytoplasmiques sont organisés en un réseau ou corbeille périnucléaire, puis s'étendent vers la membrane plasmique

Organisation moléculaire

1) Monomère :

Quel que soit le type de FI, les monomères présentent une organisation moléculaire similaire.
Ce sont des **protéines fibrillaires** comportant :
- Un **domaine central** formé de 4 domaines 弈 **hélicoïdaux** séparés par des régions non hélicoïdales. Cette région, très conservée, est **indispensable à la structuration des dimères.**
- Des **domaines N et C terminaux**, moins structurés et très divergents entre les différents FI.

Les domaines α hélicoïdaux permettent la formation de superhélices (hélices d'hélices α). Ils sont **composés de la répétition** d'un motif de 7 acides aminés ou **heptapeptide** favorisant les interactions entre monomères.

2°) Polymère :
- 2 monomères s'associent de façon parallèle pour former un **dimère**, par leurs domaines centraux α hélicoïdaux. Les kératines sont des hétérodimères associant une kératine acide avec une basique. Les autres Fi sont formés d'homodimères.
- 2 dimères s'associent de façon antiparallèle, avec un décalage, pour former un **tétramère** (*les extrémités N terminales sont distales*).

o Cette disposition antiparallèle rend le tétramère symétrique et détruit la polarité éventuelle du polymère (inaptitude au trafic vésiculaire).
- La mise bout à bout des tétramères permet la formation d'un **protofilament**.
- 8 protofilaments s'associent pour former un **FI**.

MEMBRANES BIOLOGIQUES

On prendra souvent comme exemple la membrane plasmique
En périphérie de la cellule, une membrane biologique (la **membrane plasmique**) **est une enveloppe continue qui délimite la cellule** (dans le règne animal).
Elle sépare le milieu intracellulaire (tout ce qui compose et caractérise une cellule) du milieu extracellulaire (l'environnement de la cellule). Elle constitue donc la **frontière d'une cellule.** Elle joue un rôle dans les échanges avec le milieu extérieur, la cohésion, la mobilité cellulaire, la réception ou émission d'informations, etc...
L'analogie avec la frontière (notion bien connue) est judicieuse aussi bien d'un point de vue identitaire, structural que fonctionnel (ce qui devrait vous éviter des « trous de mémoire » inopportuns).
Elle isole et donc identifie une entité, la cellule.

C'est une frontière étanche, évitant les « trafics clandestins ».
Tout le trafic avec le milieu environnant est contrôlé par des « douaniers protéiques ».
Les alliances, tout comme les conflits, entre cellules voisines sont des liens spécifiques, ou des
conduites agressives, transfrontaliers (ou transmembranaires).
Les communications avec le milieu environnant passent obligatoirement à travers la frontière,
soit directement (hormones lipidiques) soit via un relais membranaire (récepteur pour les molécules
non lipidiques).
Il existe tout un **réseau de membranes biologiques intracellulaires** définissant des compartiments internes ou organites (caractéristique d'une cellule eucaryote). Ces 2 réseaux
membranaires **sont en relation** (flux membranaire), **mais** il n'existe **pas de lien direct permanent**
entre ces 2 réseaux (pour maintenir l'intégrité de la cellule).
Exemple : la membrane plasmique.
Synonymes : membrane cellulaire ou plasmolemme, avec des particularités
sarcolemme : membrane de la cellule musculaire
névrilemme : membrane de la cellule nerveuse.
Au microscope optique, elle n'est pas directement visible (épaisseur inférieure au pouvoir de
résolution). On voit une ligne sombre qui représente en réalité la membrane plasmique et son
environnement immédiat : espace cytoplasmique sous-membranaire + membrane plasmique + cellcoat
(voir plus loin), et matrice (ciment) extra cellulaire séparant deux cellules adjacentes.

1°) Au microscope électronique à transmission
a) en coupe transversale, avec les techniques usuelles
A fort grossissement, la membrane plasmique apparaît homogène, formée de trois feuillets
- un **feuillet clair** d'environ **3,5 nm** central, entouré de
I./ MORPHOLOGIE AU MICROSCOPE OPTIQUE
II./ MORPHOLOGIE AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE
- **deux feuillets sombres** de **2 nm** (de part et d'autre du feuillet clair). Le feuillet sombre tourné vers l'extérieur est souvent surmonté d'une structure supplémentaire très finement fibrillaire et plus ou moins épaisse selon le type cellulaire : le glycocalix ou cell-coat.

1) Composition chimique globale :
a) Lipides membranaires : leurs molécules présentent un pôle hydrophile et un pôle hydrophobe (molécule amphipatique); les plus abondants sont les phospholipides et le cholestérol.
Phospholipides : chez les mammifères, les 4 principaux sont
Les **phosphoglycérides**: Phospatidyléthanolamine, P.choline et P.sérine
(P.sérine = Plipide chargé négativement)
 La **sphingomyéline** : structure différente des précédents, avec de la choline
A côté de ces 4 phospholipides majeurs (>50% des lipides membranaires), on trouve d'autres phospholipides minoritaires.
Cholestérol (Voir Fig. 3.6)



Petite molécule amphipathique et rigide s'insérant entre les lipides membranaires, il rend la membrane moins déformable, donc moins perméable aux petites molécules hydrophiles, et maintient la fluidité membranaire.
Composé très abondant des membranes plasmiques (15 à 20% de la masse membranaire, soit
1 cholestérol pour 1 lipide : différence de masse moléculaire), alors qu'il est peu abondant dans les
membranes des compartiments intracellulaires.
b) protéines : ce sont soit des protéines globulaires monomériques formées d'une seule sousunité soit des complexes formés de plusieurs sous-unités. On les répartis en deux catégories :
1 - Les **protéines extrinsèques ou périphériques** : liées aux membranes par des liaisons de faible
énergie : on peut facilement les « décrocher » en modifiant le pH ou les conditions ioniques.
2 - Les **protéines intrinsèques** liées par des liaisons de forte énergie
- **reliées au feuillet** externe ou interne par des liaisons covalentes : ancre GPI ou glucide
(externe), AG (interne), protéines (interne et externe)
- **protéines transmembranaires** : liaison hydrophobes non covalente.
Insensibles aux conditions de pH ou de force ionique, l'extraction des protéines intrinsèques nécessite
l'emploi de détergents puissants détruisant les bicouches lipidiques.

c) glucides : ce sont des polysaccharides ou des oligosaccharides toujours associés :
- aux protéines pour former les glycoprotéines
- aux lipides pour former des glycolipides, les glycolipides les plus abondants
sont fixés aux sphingolipides (et seront donc concentrés dans les radeaux lipidiques).
Pour des raisons de synthèse (cf. cours de Biologie Cellulaire), les **glucides sont exclusivement retrouvés sur la face interne des cavités endomembranaires** (organites délimités
par une membrane biologique) **et sur la face externe des membranes plasmiques**

b) la mosaïque **fluide**
Dans les membranes, toutes les molécules (lipides ou protéines intrinsèques) sont mobiles, tout
en maintenant une grande cohésion (« cristal liquide »).
Les mouvements des lipides au sein d'un feuillet sont extrêmement fréquents : diffusion latérale, rotation et flexion *(estimé à 10^7 mouvements par seconde et par molécule de lipide,*
Par contre le changement spontané de feuillet ou flip-flop est exceptionnel (*estimé à 1 événement par mois et par molécule*). Cela pose un problème car les lipides sont synthétisés dans le
cytoplasme et vont s'insérer dans le feuillet P. Des enzymes spécifiques vont y remédier cf. asymétrie des membranes).

1°) Rôle de barrière sélective, autorisant la création de compartiments :
La bicouche lipidique est imperméable aux substances hydrosolubles ou polaires (hydrophiles). Leur passage n'est possible que grâce à certaines protéines, les **canaux** et les **perméases** (protéines vectrices : pompes et transporteurs) qui fonctionnent sur commande cellulaire.

Seules exceptions, les petite molécules apolaires (O_2,CO_2, ..)diffusent librement et les petites molécules polaires (H_2O, Urée NH2-CO-NH2, ..) passent lentement au travers de la bicouche.
Toutefois, lorsque le passage rapide de grandes quantités d'eau est nécessaire, il est rendu possible grâce à la présence de canaux spécifiques, les aquaporines.
Les substances liposolubles passent librement au travers de la bicouche lipidique.

Support de réactions enzymatiques

Réception et transfert de messages spécifiques



La membrane plasmique :

Les jonctions cellulaires

a) Les jonctions serrées

A faible grossissement au ME, les membranes des deux cellules semblent avoir fusionné leur hémimembrane
E et constitué une structure pentalamellaire : **espace intercellulaire réduit** (d'où le nom de jonction serrée). En réalité, les très forts grossissements et surtout la cryofracture montrent que les membranes ne sont au contact qu'en certains points, le long de **plusieurs crêtes linéaires s'entrecroisant** (comme si les membranes étaient agrafées).
Les points de contact proviennent de l'adhésion Ca^{++} indépendante de protéines transmembranaires : **Claudine** et **Occludine** (adhésion homotypique : claudine-claudine ou occludine-occludine).
Des protéines extrinsèques assurent le lien avec les faisceaux d'actine F (cf. cytosquelette) : **ZO1** et **ZO2**. Ces
dernières fixent des protéines de liaison de l'actine (ou ABP, Actin Binding Protein) **Cinguline** ou **Spectrine** qui lient
l'**actine**.

Rôle :

- **Polarité cellulaire** : ces complexes jonctionnels constitue une barrière empêchant la libre diffusion des protéines membranaires. Cela permet de distinguer un pôle apical et un pôle basolatéral, indispensable pour faire du transport vectoriel : absorption ou excrétion.
- **Étanchéité** : elles assurent l'étanchéité des épithéliums. Néanmoins, les claudines ménagent des pores qui laissent diffuser de l'eau et des électrolytes (diffusion paracellulaire) dont l'importance est modulée par l'épaisseur de la jonction serrée (nombre de lignes de protéines transmembranaires).

b) Les jonctions intermédiaires : desmosome en ceinture

Les deux **membranes cellulaires** voisines sont légèrement **écartées** (caractéristique des desmosomes). Elles sont fortement reliées par des glycoprotéines transmembranaires, les **cadhérines** : liaison homotypique
Ca^{++} dépendante (ca adhérine = Ca^{++} dépendant adhesion).
Des protéines périphériques de membrane, 弈 **caténine** puis 弈 **caténine**, assurent la concaténation avec des ABP, 弈 **actinine** ou **vinculine**, et **l'actine F.** Elles forment une structure compacte, la **plaque desmosomale**, accolée au feuillet P.

Rôle :

- A**dhérence**
- **Morphogenèse** des épithéliums embryonnaires (potentialité contractile de l'actine)

c) Les desmosomes : La structure est forme d'un petit disque. Les glycoprotéines transmembranaires sont des **cadhérines spéciales** (desmocolline et desmogléines).

Des protéines membranaires extrinsèques, 弈 **caténine** et les **desmoplakines** asssurent le lien avec les **filaments intermédiaires** (cf. cytosquelette). Ces protéines périphériques, associées à de nombreuses autres, forment la **plaque desmosomale** ou plaque dense sur laquelle viennent s'ancrer les filaments intermédiaires.

d) Les jonctions communicantes ou **gap junction,** En ME, elles ressemblent à des plaques au niveau desquelles les membranes de 2 cellules voisines sont parallèles (2 à 4 nm, le « gap ») reliées par des pores communicants.
Chaque membrane présente des canaux, les **connexons**, formés par 6 protéines transmembranaires de la famille des **connexines** (généralement spécifiques du type cellulaire). La mise en registre des connexons génère des pores communicants qui autorise le passage d'électrolytes (Ca^{++}, …) et de petites molécules (AMPc, …).
Rôle : **synchronisation** des cellules, **transmission de signaux** (synapses électriques neuronales)

f) Les hémidesmosomes : Complexe d'adhérence à la matrice extracellulaire
En ME, il ressemble à un demi desmome, sans son vis à vis (puisqu'il n y a qu'une cellule). Sa structure sera vue dans le cours d'Histologie Générale, Tissu Conjonctif. Les protéines transmembranaires et périphériques différent de celles des desmosomes, mais attachent l'hémidesmosome aux filaments intermédiaires.

